

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭60—68

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>  
H 01 M 8/06  
F 28 D 20/00

識別記号

庁内整理番号  
R 7268—5H  
8013—3L

⑭ 公開 昭和60年(1985)1月5日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑮ 燃料電池複合システム

⑯ 特 願 昭58—107046

⑰ 出 願 昭58(1983)6月15日

⑱ 発 明 者 柳原伸行

門真市大字門真1006番地松下電  
器産業株式会社内

⑲ 発 明 者 細井昭宏

門真市大字門真1006番地松下電  
器産業株式会社内

⑳ 発 明 者 蒲生孝治

門真市大字門真1006番地松下電  
器産業株式会社内

㉑ 発 明 者 岩城勉

門真市大字門真1006番地松下電  
器産業株式会社内

㉒ 出 願 人 松下電器産業株式会社

門真市大字門真1006番地

㉓ 代 理 人 弁理士 中尾敏男 外 1 名

明 細 書

1、発明の名称

燃料電池複合システム

2、特許請求の範囲

(1) 水素平衡圧力の異なる金属水素化物を各々内蔵する複数の金属容器と、前記金属容器間を接続する水素流路と、前記各金属容器に設けた熱交換器と、燃料電池に設けた熱交換器と、水素平衡圧力の低い前記容器に設けた第2の熱交換器と前記第2の熱交換器と前記燃料電池に設けた熱交換器との間に設けた熱媒体流路を具備し、少なくとも前記金属容器の熱交換器を介して金属容器と被熱交換空間もしくは被熱交換物体の間で熱交換することを特徴とする燃料電池複合システム。

(2) 水素平衡圧力の異なる金属水素化物を各々内蔵する2個の金属容器を1組とし、これを複数組用意し、各金属容器毎に熱交換器を配し、燃料電池に設けた熱交換器と各組の水素平衡圧力の低い金属容器の第2の熱交換器との間で熱交換し、前記各組の金属容器に設けた熱交換器を介して前記

金属容器と被熱交換空間もしくは被熱交換物体の間で連続的に熱交換させることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の燃料電池複合システム。

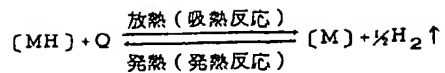
3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、金属水素化物と燃料電池を組合せ、燃料電池による発電と金属水素化物と水素との反応熱を利用した冷・暖房、給湯などが可能な燃料電池発電と冷暖房、給湯の複合システムに関するものである。

従来例の構成とその問題点

一般に、ある種の金属(主に合金)は水素を吸蔵し、金属水素化物を作ることが知られている。この場合、金属の単位重量当り、より多くの水素を吸蔵し、使用環境温度で可逆的にその水素を放出する。また金属水素化物より水素を放出する過程は吸熱反応であり、逆に水素を吸蔵して金属水素化物を形成する過程は発熱反応であることも知られている。すなわち、



ここでMは金属、MHは金属水素化物、Qは発生熱量を示す。

まず、この金属水素化物の発熱量、吸熱量に着目してこの吸熱作用を利用して冷房に、発熱作用を利用して暖房、給湯などに応用するものであり、熱源として太陽熱や各種排熱を用い、しかも圧縮機などを用いず低騒音の冷暖房装置が特開昭51-22151号公報、特開昭51-82942号公報に示されている。一方、燃料電池発電装置は電力を取得する他にも多量の排熱を発生するので、その熱量も有効に利用する事が考えられ、80%程度の高い総合熱効率が期待できる点で他の発電機関と異なる。そこで、可動部が少なく、低騒音、有害な排気ガスを出さない高効率の発電とその排熱の有効利用システムが要望されていた。

#### 発明の目的

本発明は上記従来技術に鑑み、燃料電池と水素

MH<sub>2</sub>(高い解離圧力側)の温度と圧力の特性から、まず低い解離圧力のMH<sub>1</sub>(A点)を加熱し、高い解離圧力MH<sub>2</sub>の吸蔵圧力(C点)より高くする(B~F点)。今、B~F点とC点の圧力差よりMH<sub>1</sub>からMH<sub>2</sub>に水素が移動し、C点より水素が吸蔵される。この時C点では発熱現象となる。ついで、MH<sub>1</sub>とMH<sub>2</sub>が冷えると両者の圧力が下がりD点とA点において、逆の圧力差が形成しMH<sub>2</sub>からMH<sub>1</sub>に水素が移動し、D点では周囲の熱源によって水素を放出し、その吸熱作用で冷却されるしくみである。ここで、A点:50℃、約2.5気圧、B点:180℃、約70気圧、F点:130℃、約30気圧、C点:50℃、約2.5気圧、D点:5℃、4気圧である。この金属水素化物の加熱、冷却工程のサイクルを繰返すことによって有効な熱利用ができる。

第2図および第3図に燃料電池発電と第1図の原理にもとづいた金属水素化物による冷暖房と給湯の構成を示す。第2図において、空調用熱交換器1とバルブ2を介して配管5で連結している熱

平衡解離圧力の異なる2種類の金属水素化物とを組み合わせることによって、燃料電池発電の総合熱効率の向上を図ると共に、電力が得られる中で冷暖房、給湯もできる燃料電池発電と冷暖房の複合システムを提供するものである。

#### 発明の構成

本発明は、同じ温度で水素平衡解離圧力の異なる2種類の金属水素化物を各々に内蔵する複数の金属容器と前記金属容器を設けた熱交換器を介して連結し、前記2種類の金属水素化物の中で水素平衡解離圧力の低い金属水素化物と燃料電池が相互の発生熱量で熱交換出来るようにして、金属水素化物による被熱交換空間の冷暖房、あるいは被熱交換物体である水を加熱して給湯機能と燃料電池の発電機能を兼ね備えたことを特徴とする燃料電池発電と冷暖房の複合システムである。

#### 実施例の説明

第1図に金属水素化物による加熱と冷却サイクルを模式的に示す。同一温度で水素平衡解離圧力の異なる金属水素化物MH<sub>1</sub>(低い解離圧力側)、

交換器3を内蔵した金属容器4と同様に空調用熱交換器6とバルブ7を介して配管8で連結している熱交換器9を内蔵した金属容器10が水素移動用バルブ11、12を介して結合されている。金属容器4の中には一定量の金属水素化物13MH<sub>2</sub>、金属容器10の中にも一定量の金属水素化物14MH<sub>1</sub>を入れ、さらに金属容器10の中には燃料電池15の加熱と冷却を行なう熱交換器16とバルブ17を介して連結する熱交換器18が入っている。そして、熱交換用の溶媒の移動はポンプなどを採用して溶媒を循環させることで熱の移動を円滑に行なう。

また第3図においては、水を導入する配管9から2方に分かれ、一方は熱交換器3を内蔵している金属容器4からバルブ2を通して、他方は熱交換器9を内蔵している金属容器10から、各々バルブ20、21、水配管22、23から温水配管24を通して、温水が出て来る。各々の金属容器4、10の中には一定量の金属水素化物13、14を入れ、水素移動用バルブ11、12を介して結

合されている。さらには金属容器10の中には燃料電池15の加熱・冷却を行なう熱交換器16とバルブ7を介して直結する熱交換器18が入っている。そして燃料電池15と金属容器10間における熱媒体の移動はポンプなどを採用して、溶媒を循環させることにより熱の移動を円滑に行なう。

各々のシステムの動作原理として、まず第2図における燃料電池の発電と金属水素化物による冷暖房機能について述べる。

燃料電池を加熱し、動作温度150~200℃で発電させ、電力を取り出すと抵抗分極などにより発電効率は低下し、その損失分は熱となって発生する。この燃料電池から発生する熱量を利用し、熱交換器16、18を介して熱移動を行なわせ水素平衡解離圧力の低い金属水素化物14を加熱し、金属水素化物14からバルブ11を介して水素を放出させ、水素平衡解離圧力の高い金属水素化物13において、 $MH_1$ よりさらに雰囲気圧力を高くして水素を吸蔵させる。この時金属水素化物 $MH_2$ の水素吸蔵熱(発熱量)を暖房に利用する。つぎに、

で温度が上昇するので、燃料電池発電の昇温に効果的に働く。さらには、燃料電池の排熱を直接に暖房・給湯にも利用できる。しかも金属水素化物に熱源として貯蔵すること、そして、長期に蓄熱することができる。

つぎに第3図における燃料電池の発電と金属水素化物による給湯機能についてのべる。

燃料電池15を加熱して動作温度150~200℃で発電させると、先にも述べた様に多量の排熱を出す。この排熱を熱交換器9、16を介して金属水素化物 $MH_1$ を加熱して水素を放出させ、バルブ11を介して水素の移動を行なわせる。金属水素化物 $MH_1$ から放出した水素は金属水素化物 $MH_2$ に吸蔵され、その吸蔵時の発熱量を熱交換器3を通して熱交換し水媒体を加熱して温水とし給湯に利用する。つぎに、バルブ17を閉じて燃料電池からの熱移動を停止するかまたは燃料電池を停止して $MH_1$ の温度を下げると金属水素化物 $MH_2$ と $MH_1$ の水素平衡圧力の差によって水素はバルブ12を介して金属水素化物 $MH_2$ から $MH_1$ に移動する。

バルブ17を閉じて燃料電池からの熱移動を停止するかまたは燃料電池の発電を停止して、 $MH_1$ の温度を下げると金属水素化物 $MH_2$ と $MH_1$ の水素平衡圧力の差によって水素はバルブ12を介して金属水素化物 $MH_2$ から $MH_1$ に移動する。金属水素化物 $MH_2$ から水素が放出する時は周囲の熱を奪ってしまう一種の吸熱反応であるから、金属水素化物 $MH_2$ が冷却される。この冷熱源を熱交換器3と1を通して冷房ができる。この時、金属水素化物 $MH_1$ は水素を吸蔵するので発熱する。この熱量を熱交換器9、16を介して熱移動して暖房にも利用出来る。燃料電池の発電時または停止時を問わず金属水素化物の働きで、冷暖房ができることになる。また停止時から発電を再開する時は金属水素化物 $MH_1$ のヒートアップした水素吸蔵熱でもって、燃料電池の昇温にも役立てることができる。第1図において、金属水素化物 $MH_2$ のC点から $MH_1$ のE点に水素が移動すれば60℃の温度から約120℃の温度まで昇温することができる。また、この原理より80~100℃の温度で150~180℃ま

この時金属水素化物 $MH_1$ が水素を吸蔵するので発熱する。この熱量を熱交換器9を介して、給水配管19よりバルブ21、配管22を通して流れる水媒体を昇温し、この温水を給湯に利用する。

第2図および第3図では水素移動用のバルブ11、12を介して金属水素化物 $MH_1$ 、 $MH_2$ を構成しているが、さらに、この構成を1組として2組以上を設けることにより、各組の金属水素化物を各々交互に動作させることにより、すなわち、燃料電池から出る排熱を交互に各組の金属水素化物 $MH_1$ に供給する事により、連続的に暖房、冷房、あるいは給湯ができると共に、燃料電池から電力も連続的に取り出せる。

次により具体的な実施例について説明する。今回実施した燃料電池は電解質としてリン酸溶液を用い、電解質保持体に含浸させた。酸化剤として空気、燃料として水素ガスを用いて発電させた。燃料電池の出力としては20KW(100V・200A)とした。燃料電池の発電効率(低発熱量換算)は約40%とすると理想的には総合熱効率(熱併給

型) 約80%とも云われているので、約同量の電力の損失が考えられるので、約17,200kcal/h (約860kcal/KWh $\times$ 20KW) の排熱量が発生する。これらの熱を効率良く利用できる金属水素化合物として、つぎの材料を選んだ高い水素平衡解離圧力側の金属水素化合物として、TiMn系、たとえば、 $TiMn_{1.5} \cdot H_x$ 、 $Ti_{0.9}Zr_{0.1}Mn_{1.6}V_{0.2}Cr_{0.2} \cdot H_x$ 系など。低い水素平衡解離圧力側の金属水素化合物、たとえば、 $Ti_{0.6}Zr_{0.4}Mn_{1.9}Cu_{0.1} \cdot H_x$ 、 $VNb \cdot H_x$ 、 $CaNi_5 \cdot H_x$ 系などが適当である。

今、燃料電池から出る排熱を利用して、2,000kcal/h 程度の冷暖房を行なうとして、それに必要な金属水素化合物の量は金属水素化合物  $TiMn_{1.5} \cdot H_{2.4}$  を基準として考えて見ると、 $TiMn_{1.5} \cdot H_{2.4}$  の水素吸蔵・放出にともなう水素との反応熱  $\Delta H$  は約  $\frac{1}{2}$  kcal/mol  $H_2$  であるから、理論的には  $TiMn_{1.5} \cdot H_{2.4}$  の利用できる水素量は1.5w%である。したがって、1kg当り約53kcalの熱量となる。また、温度低下による水素利用効率、熱

損失などを考慮すると実際に利用出来る熱量は約40kcal/kg となる。冷・暖房に必要な熱量は2,000kcal/h であるから必要な金属水素化合物は約50kg/h と云う事になる。したがって、金属水素化合物としては、今高圧側に  $TiMn_{1.5} \cdot H_x$  を用い、低圧側に  $CaNi_5 \cdot H_x$  を採用した。実際に発電によって20KW の出力を取り出しつつ、燃料電池の排熱を用いて高圧側の金属水素化合物からの水素放出時の吸熱源を利用して約2,000kcal/h の冷房および暖房をすることができる。燃料電池の排熱は1時間当り計算値では17,200kcal 出ているので、この様な冷房又は暖房が約8基程度組合せることが可能であるし、もっと大型化の冷・暖房システムもできる。

一方、給湯にも利用したところ15~20℃温度の水を40~60℃以上の温水にまで昇温することができる。また燃料電池の発電を補助するための金属水素化合物の熱量を利用する事により燃料電池の昇温速度を早めることも確認した。

燃料電池の発熱量を一度金属水素化合物に貯えて

外部熱源でヒートアップするために、全体の熱効率も向上し、金属水素化合物の熱量を応用することで従来技術よりは10~20%程熱効率が向上し熱の有効利用ができる。

なお、上記実施例では金属水素化合物を2種類用いた1組の構成のシステムで行なったがこの一組のシステムを複数個を燃料電池と結合し、一方の金属水素化合物で冷・暖房を行なっている時は他方の金属水素化合物では燃料電池の熱源で再生(加熱)を行ない、この操作を交互に行なうことで、連続的な機能を有する。燃料電池の連続発電と冷暖房・給湯が連続して得られる事はもちろんであるが、燃料電池の停止時でも燃料電池の熱を一度金属水素化合物に貯えることが出来るので、この熱を有効に利用できる。燃料電池の間欠発電の時でも熱は連続して利用する。また容器間の水素平衡圧力の相違は単独の金属水素化合物あるいは複数の金属水素化合物を混合してもよい。また被熱交換空間との熱交換は給湯用の湯を介して行ってもよい。

この様に、本発明は燃料電池の排熱を効率よく

金属水素化合物の水素移動に利用し、冷却と加熱が可能であることから総合熱効率の高いシステムが構成できる。さらには燃料電池の排熱を一度金属水素化合物に蓄熱して必要に応じて再度利用することができる、金属水素化合物のヒートアップにより燃料電池の昇温に効果があるなどの特徴を有する。

#### 発明の効果

以上の様に、本発明の複合システムによれば、水素平衡解離圧力の異なる2種類以上の金属水素化合物からなる金属容器を各々水素移動用バルブで連続し、さらに低圧側金属水素化合物と燃料電池間を熱交換器で連結し、燃料電池の発電と、その排熱を利用して金属水素化合物による冷暖房・給湯などを行ない、システム全体の総合熱効率の向上(省エネルギー化)を図ると共に、燃料電池の動作条件をとわず連続して冷暖房・給湯ができる。さらにシステムにおいて、可動部が少ないので静かな運転ができ、また有害ガスが出ないので無公害である。さらに、金属水素化合物による燃料電池のヒートアップにも効果を有し、燃料電池発電と

冷暖房・給湯の複合システムの機能を有する点で  
実用的価値は大きい。

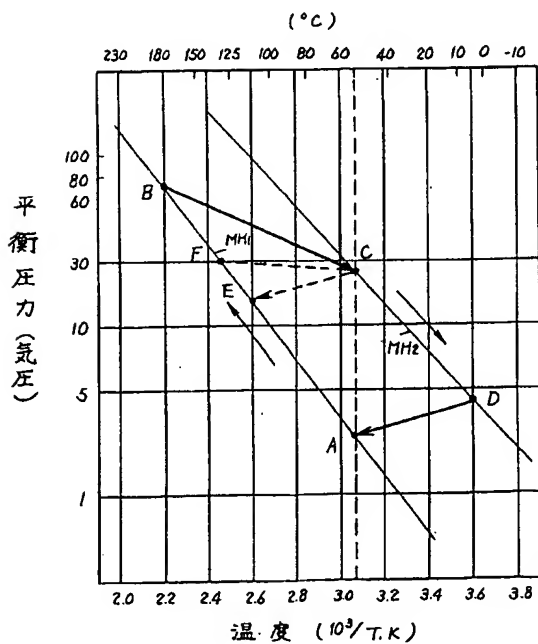
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は水素平衡圧力の異なる2種類の金属水素化物による冷却・加熱サイクルの特性を模式的に示す図、第2図は本発明の一実施例の燃料電池発電と金属水素化物による冷暖房を行なう複合システムの構成図、第3図は本発明の一実施例の燃料電池発電と金属水素化物による給湯を行なう複合システムの構成図である。

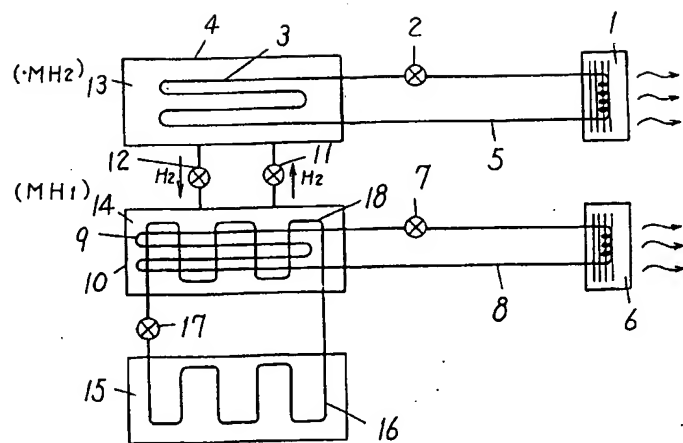
1, 3, 6, 9, 16, 18……熱交換器、2,  
7, 11, 12, 17, 20, 21……バルブ、  
4, 10……金属容器、5, 8……連結管、13,  
14……金属水素化物、15……燃料電池、19,  
22, 23……給水用配管、24……給湯配管。

代理人の氏名 弁理士 中 尾 敏 男 ほか1名

第 1 図



第 2 図



第 3 図

